

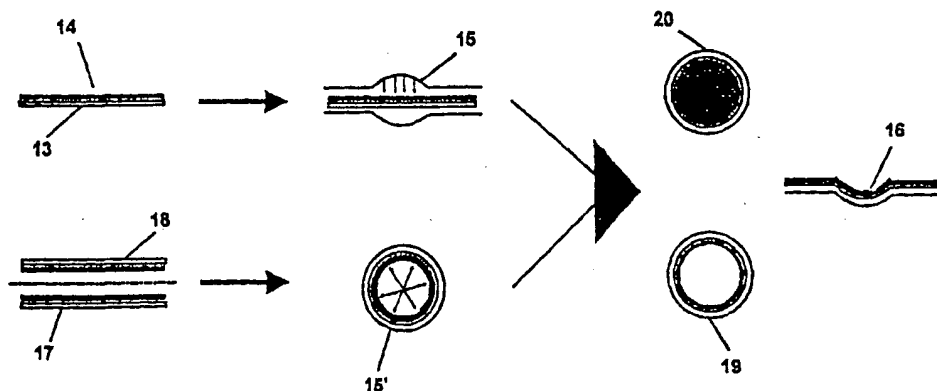
**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <p style="text-align: center;"><b>B22F 7/00, 3/11</b></p>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/38863</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>6. Juli 2000 (06.07.00)</b>		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           (21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/04103</b>             (22) Internationales Anmeldedatum: <b>17. Dezember 1999 (17.12.99)</b>             (30) Prioritätsdaten:  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>198 60 714.8</div> <div>23. Dezember 1998 (23.12.98)</div> <div>DE</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>199 05 124.0</div> <div>1. Februar 1999 (01.02.99)</div> <div>DE</div> </div>             (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE). MAGNA IHV GESELLSCHAFT FÜR INNENHOCHDRUCKVERFAHREN MBH [DE/DE]; In- dustriestrasse 20, D-73441 Bopfinger (DE).             (72) Erfinder; und            (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUTH, Thoralf [DE/DE]; Schleppweg 3, D-59063 Hamm (DE). CLAUS, Ronald [DE/DE]; Windmühle 3, D-59494 Soest (DE). SEIFERT, Michael [DE/DE]; Crinitz Strasse 102, D-08147 Crinitzberg (DE).             (74) Anwalt: MEISSNER, Peter E.; Meissner &amp; Meissner, Hohen- zollernsdamm 89, D-14199 Berlin (DE).         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           (81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).   <b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>  <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i>  <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i>  <i>eintreffen.</i> </td> </tr> </table>			(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/04103</b>  (22) Internationales Anmeldedatum: <b>17. Dezember 1999 (17.12.99)</b>  (30) Prioritätsdaten: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>198 60 714.8</div> <div>23. Dezember 1998 (23.12.98)</div> <div>DE</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>199 05 124.0</div> <div>1. Februar 1999 (01.02.99)</div> <div>DE</div> </div> (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE). MAGNA IHV GESELLSCHAFT FÜR INNENHOCHDRUCKVERFAHREN MBH [DE/DE]; In- dustriestrasse 20, D-73441 Bopfinger (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUTH, Thoralf [DE/DE]; Schleppweg 3, D-59063 Hamm (DE). CLAUS, Ronald [DE/DE]; Windmühle 3, D-59494 Soest (DE). SEIFERT, Michael [DE/DE]; Crinitz Strasse 102, D-08147 Crinitzberg (DE).  (74) Anwalt: MEISSNER, Peter E.; Meissner & Meissner, Hohen- zollernsdamm 89, D-14199 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/04103</b>  (22) Internationales Anmeldedatum: <b>17. Dezember 1999 (17.12.99)</b>  (30) Prioritätsdaten: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>198 60 714.8</div> <div>23. Dezember 1998 (23.12.98)</div> <div>DE</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>199 05 124.0</div> <div>1. Februar 1999 (01.02.99)</div> <div>DE</div> </div> (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- NESMANN AG [DE/DE]; Mannesmannufer 2, D-40213 Düsseldorf (DE). MAGNA IHV GESELLSCHAFT FÜR INNENHOCHDRUCKVERFAHREN MBH [DE/DE]; In- dustriestrasse 20, D-73441 Bopfinger (DE).  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HUTH, Thoralf [DE/DE]; Schleppweg 3, D-59063 Hamm (DE). CLAUS, Ronald [DE/DE]; Windmühle 3, D-59494 Soest (DE). SEIFERT, Michael [DE/DE]; Crinitz Strasse 102, D-08147 Crinitzberg (DE).  (74) Anwalt: MEISSNER, Peter E.; Meissner & Meissner, Hohen- zollernsdamm 89, D-14199 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>			

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A PROFILED PART CONSISTING OF METAL FOAM AND SHEET METAL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES AUS METALLSCHAUM UND METALL-  
BLECH BESTEHENDEN PROFILTEILS



(57) Abstract

The invention relates to a method for producing a profiled part (16, 19) consisting of metal foam and a sheet metal (13, 17). Said sheet metal is provided with an expandable metal powder (14, 18) which is not compressed or precompressed. The composite metal sheet is then profiled by internal high pressure shaping in a die and the expandable metal powder is expanded directly in the die either simultaneously or subsequently.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines aus Metallschaum und Metallblech bestehenden Profilleils (16, 19), wobei das Metallblech (13, 17) mit einem aufschäumbaren- oder vorverdichteten Metallpulver (14, 18) versehen wird. Anschließend wird die Profilgebung des Metall-Verbundblechs mittels Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen und das aufschäumbare Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk aufgeschäumt.

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5      VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG EINES AUS METALLSCHAUM UND METALL-  
BLECH BESTEHENDEN PROFILTEILS

**Beschreibung**

10      Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines aus  
einem Metallschaum und einem Metallblech bestehenden Profils gemäß den  
Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 11.

15      Derartige Profile sind aus dem Artikel "Metallschaum - Ein Werkstoff mit  
Perspektiven" (J. Banhart, Zeitschrift "Aluminium", 70. Jahrgang 1994, Ausgabe 3,4)  
bekannt. Mit Metallschaum versehene Profile finden beispielsweise in der  
Automobilindustrie wegen ihres vorteilhaften statischen Knick- und Stauchverhaltens  
Verwendung.

20      Die guten Energieabsorptionseigenschaften von Metallschaum - beispielsweise  
Aluminiumschaum - können darüber hinaus als Aufprallschutz dynamisch ausgenutzt  
werden. Damit sind Profile, die aus einem Metallblech und Metallschaum bestehen,  
herkömmlichen Profilen ohne Metallschaum hinsichtlich ihrer statischen und  
dynamischen Eigenschaften weit überlegen.

25      Die pulvermetallurgische Metallschaumherstellung basiert auf den  
Bearbeitungsschritten Pulvermischen, kaltisostatisches Pressen, Strangpressen und  
ggfs. Walzen oder Walzplattieren. Die aufschäumbaren Metallpulverkörper liegen  
somit in Form von Stangenmaterial, Blechen oder plattierten Blechstrukturen vor.  
30      Sandwich-Strukturen können durch eine Plattierung - beispielsweise mit Stahlblechen -  
hergestellt werden. Beim nachfolgenden Erwärmen der aufschäumbaren  
Metallpulverkörper auf Temperaturen oberhalb der Liquidustemperatur und der  
Zersetzungstemperatur des Treibmittels setzt die Schaumgenese ein. Durch die Wahl

geeigneter Aufschäumkokillen sind vielfältige Formen herstellbar. Wird der aufschäumbare Metallpulverkörper in einem Hohlprofil aus Metallblech eingebracht und anschließend aufgeschäumt, so füllt der expandierende Metallschaum den Hohlraum aus. Auf diese Weise werden Hohlprofilteile mit Metallschaum hergestellt.

5     Dabei ist das Metallblech zunächst in seine endgültige Gestalt umzuformen, ehe in einem nachfolgenden Verfahrensschritt der vorverdichtete Metallpulverkörper eingebracht und anschließend aufgeschäumt wird, so daß die damit einhergehende Vielzahl von Verfahrensschritten eine hohe Verfahrenszeit zur Herstellung eines Profiltails erforderlich macht.

10

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit dem bzw. der in einfacher Weise und mit geringem Zeitbedarf aus Metallschaum und Metallblech bestehende Profiltteile herstellbar sind.

15     Die Aufgabe der Erfindung wird verfahrensgemäß durch den Anspruch 1 und vorrichtungsgemäß durch den Anspruch 11 gelöst. Die jeweils rückbezogenen Unteransprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung an.

Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, daß nachdem ein Metallblech mit einer aufschäumbaren un- oder vorverdichteten Metallpulvertreibmischung, nachfolgend aufschäumbares Metallpulver genannt, versehen wird, die anschließende Profilgebung des Metallblechs mittels Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen wird und das Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk aufgeschäumt wird.

25

Damit wird der Verfahrensschritt des Umformens zu einem Profiltteil hier mittels Innenhochdruckumformens ausgeführt, womit selbst kompliziert ausgestaltete Profiltteile mit hoher Genauigkeit innerhalb kürzester Zeit herstellbar sind. Zum Innenhochdruckumformen gelangt das Metallblech - als Hohlprofil oder als Flachprofil - mit bereits aufgebrachtem un- oder vorverdichteten aufschäumbaren Metallpulver. Somit ist es möglich, direkt im Gesenk entweder gleich beim Umformen oder danach das Aufschäumen des Metallpulvers zu Metallschaum zu vollziehen.

30

Vorzugsweise wird das Aufschäumen durch eine Temperaturerhöhung nach oder beim Innenhochdruckumformen ausgelöst. Zum Start des Aufschäumens bei einer vorteilhaft geringeren Auslösetemperatur kann eine Druckabsenkung herbeigeführt werden oder eine bei geringer Auslösetemperatur aufschäumbare Metallpulverlegierung oder Treibmittel gewählt werden. Diese Maßnahme senkt die durch die Erwärmung bedingten Energieverbrauchspunkte und verbessert die Aufrechterhaltung reproduzierbarer Bauteileigenschaften.

Als Metallblech kann zum einen ein Hohlprofil mit einem vorgefertigten aufschäumbaren Metallpulverkörper versehen werden, der durch Ein- oder Aufstecken mit dem Hohlprofil verbunden wird; zum anderen kann das Metallblech auch als Flachprofil ausgeführt sein, das mit aufschäumbarem Metallpulver beschichtet wird. Im letztgenannten Fall wird durch das Innenhochdruckumformen vorzugsweise aus dem Flachprofil ein offenes Profilverformt. Es ist jedoch nach einer weiteren die Erfindung verbessernden Maßnahme möglich, daß aus dem Flachprofil ein Hohlprofil geformt wird. Hierzu kann in einem kontinuierlich laufenden Prozeß zuerst Bandmaterial mit aufschäumbarem Metallpulver besetzt werden, das anschließend über Walzen vorverdichtet, während und nachfolgend der damit gewonnene Bandmaterial-Metallpulver-Verbund zu einem Spaltrohr eingeformt wird, dessen Spalt schließlich - vorzugsweise durch Schweißen - verschlossen wird.

Weiterhin kann zur Gewährleistung einer reproduzierbaren Qualität des Endproduktes das Metallblech mit dem aufschäumbaren Metallpulver vor der Profilgebung durch Innenhochdruckumformen durch Ziehen und / oder durch Glühen vorverdichtet werden.

Das eingangs in der Figurenbeschreibung erläuterte Umformverfahren eines mit Metallschaum versehenen Metallbleches wird mit einer Vorrichtung ausgeführt, bei der die Profilgebung in einem Gesenk für Innenhochdruckumformen erfolgt, das mit direkt oder indirekt wirkenden Mitteln zum Aufschäumen des Metallpulvers zu Metallschaum ausgestattet ist. Als Mittel zum Aufschäumen kann direkt das für das

Innenhochdruckumformen verwendete Druckfluid vorgesehen werden, welches zu diesem Zweck aufwärmbar ist.

Das in das Gesenk einzubringende Metallblech kann in Form eines Metallrohres  
5 ausgestaltet sein, das mit einem ein- oder aufgeschobenen Metallpulverkörper  
versehen ist. Weiterhin kann auch von einem Flachprofil als Metallblech ausgegangen  
werden, das mittels einer Berieselungsvorrichtung eine Metallpulverschicht erhält, die  
eine nachgeschaltete Verdichtungseinrichtung mit einer Walzenanordnung durchläuft,  
wobei zur Bildung eines rohrförmigen Hohlkörpers aus dem Flachprofil eine  
10 nachfolgende Einformeinrichtung mit Fügeanordnung vorgesehen ist und wobei nach  
einem Ablängen eines mit Metallpulver beschichteten Hohlprofilabschnittes dieser dem  
Gesenk zur Profilierung und zum Aufschäumen zugeführt wird. Mit der dem  
Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung  
läßt sich in einem kontinuierlichen Herstellungsprozeß vorteilhaft ein mit Metallschaum  
15 versehenes Profilteil produzieren.

Mittels einer der vorgeschalteten Herstellungsanordnung für ein Hohlprofil  
nachfolgenden Zieh- und / oder Glüheinrichtung ist das aufschäumbare Metallpulver  
nochmals vorverdichtbar.

20 Zur spezifischen bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung des Profilteils kann  
das als Flachprofil ausgestaltete Metallblech mit Bereichen unterschiedlicher  
Metallpulversorten und/oder Metallpulverdicken beschichtet sein. Damit kann auf  
spezielle statische und dynamische Anforderungen an das Profilteil bei der Herstellung  
25 flexibel eingegangen werden.

Weitere die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit  
der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der  
Figuren näher erläutert. Es zeigt:

30

Fig. 1 einen allgemeinen Ablaufplan für das erfindungsgemäße  
Herstellungsverfahren,

- Fig. 2 einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Hohlprofils als Metallblech,
- Fig. 3 einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Flachprofils als Metallblech, wobei ein offenes Profileil hergestellt wird,
- 5 Fig. 4 einen Teilablaufplan bei Verwendung eines Flachprofils als Metallblech, wobei ein Hohlprofileil hergestellt wird,
- Fig. 5 eine Prinzipdarstellung einer dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung zur Erzeugung eines mit vorverdichtetem Metallpulver versehenen Flach- oder Hohlprofils,
- 10 Fig. 6 eine Prinzipdarstellung einer Anordnung zur Herstellung eines Hohlprofileils oder eines offenen Profileils mit Metallschaum beim Innenhochdruckumformen und
- 15 Fig. 7 eine Prinzipdarstellung zur Beschichtung von Metallblech mit Metallpulver für eine bauteilbeanspruchungsoptimierte Herstellung eines Profileils.
- 20

Ein Herstellungsverfahren für ein metallschaumverstärktes Profileil bedient sich gemäß Figur 1 eines Metallbleches und eines aufschäumbaren Metallpulvers als Ausgangsprodukt. Das Metallblech kann entweder in Gestalt eines Hohlprofils oder als Flachprofil ausgebildet sein. In einem ersten Verfahrensschritt wird das Metallblech mit dem aufschäumbaren Metallpulver versehen. Das Metallpulver wird vorverdichtet, um einen Verbund mit dem Metallblech zu bilden. Anschließend wird in einem zweiten Verfahrensschritt durch Innenhochdruckumformen in einem Gesenk die Profilgebung des Metallbleches vollzogen, wobei gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk das Metallpulver aufgeschäumt wird. Als Endprodukt entsteht so das Profileil mit Metallschaum, wobei bei einem Hohlprofil als Metallblech ein Hohlprofileil und bei einem Flachprofil als Metallblech ein offenes Profileil entsteht. Zwei offene Profileile

25

30

können jedoch in einem nachfolgenden Verfahrensschritt zu einem geschlossenen Hohlprofilteil durch Fügen verbunden werden.

5 Wenn gemäß Figur 2 von einem Hohlprofil als Metallblech - beispielsweise einem Rohr - ausgegangen wird, so kann ein gepreßtes Metallpulver mit fester geometrischer Gestalt, d. h. ein Metallpulverkörper, entweder in das Hohlprofil eingebracht werden oder hierauf aufgesteckt werden. Zur Herstellung eines Hohlprofilteils mit Metallschaum wird in vorstehend beschriebener Weise weiterverfahren.

10 Wird gemäß Figur 3 von einem Flachprofil als Metallblech ausgegangen, so kann das Flachprofil mit Metallpulver beschichtet werden. Es entsteht damit ein Verbund zwischen dem Flachprofil und dem Metallpulver. Zur Herstellung eines offenen Profilteils mit Metallschaum wird analog verfahren.

15 Wenn gemäß Figur 4 von einem Flachprofil als Metallblech - beispielsweise einem Metallband - ausgegangen wird, so wird zur Herstellung eines Hohlprofils mit Metallschaum in einem ersten Verfahrensschritt zunächst das Flachprofil mit dem Metallpulver - wie vorstehend beschrieben - beschichtet. Dieses Beschichten erfolgt durch eine Berieselung des Flachprofils mit Metallpulver und anschließendem  
20 Verdichten. In einem zweiten Verfahrensschritt erfolgt das Umformen des Verbundes zu einem Hohlprofil, d. h. zu einem Rohr. Anschließend wird wie vorstehend die Profilgebung und das Aufschäumen über den Innenhochdruckumformschritt ausgeführt.

25 Die dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschaltete Herstellungsanordnung zur Erzeugung eines mit vorverdichtetem Metallpulver versehenen Hohlprofils oder Flachprofils geht nach Figur 5 im Falle eines Hohlprofils von Metallpulver 1 aus, welches in ein vorgefertigtes Hohlprofil durch Ein- oder Aufstecken 2 eingebracht wird. Das Hohlprofil kann einen kreisförmigen Querschnitt 3 aufweisen. Soll das Hohlprofil einen nicht-kreisförmigen Querschnitt 4, beispielsweise  
30 einen trapezförmigen Querschnitt erhalten, so ist dieser Querschnitt über eine Zieheinrichtung 5 herstellbar, deren Matrize den gewünschten nicht-kreisförmigen Querschnitt 4 ausgehend von einem kreisförmigen Querschnitt 3 erzeugt. Um das



nachfolgende Ein- oder Aufstecken 2 in diesem Fall zu ermöglichen, ist der Querschnitt des aus dem Metallpulver 1 vorverdichteten Metallpulverkörpers 6 an den Querschnitt des Hohlkörpers anzupassen.

5 Im Falle eines Flachprofils als Ausgangsprodukt wird mittels einer Berieselungseinrichtung 7 das Flachprofil 8 mit einer Schicht aus Metallpulver 1 versehen. Eine nachfolgende Verdichtungseinrichtung 9 in Form einer Walzenanordnung preßt das Metallpulver 1 auf das Flachprofil 8 auf. Ein Verdichten kann auch über eine der Verdichtungseinrichtung 9 nachgeschaltete  
10 Verdichtungseinrichtung 9' erzeugt werden, die ein partielles Vorumformen des Flachprofils 8 beispielsweise über einen Tiefzieh- oder Streckziehprozeß bewirkt. Daraus läßt sich dann ein offenes Hohlprofil mit Metallschaum herstellen. Das mit der Verdichtungseinrichtung 9 vorbereitete Flachmaterial wird mittels einer nachfolgenden Einformvorrichtung 10 mit Fügeanordnung zu einem rohrförmigen Hohlprofil 11  
15 umgeformt. Das Hohlprofil 11 mit dem vorverdichteten Metallpulver ergibt letztlich ein mit Metallschaum gefülltes Hohlprofilteil.

Optional kann der vorstehend beschriebenen, dem Innenhochdruckumformen mit Aufschäumen vorgeschalteten Herstellungsanordnung eine Zieh-/Glüheinrichtung 12  
20 folgen, mit der ein weiteres Vorverdichten des Metallpulvers erzielt wird.

Die Figur 6 skizziert die Vorrichtung zur Herstellung des mit Metallschaum versehenen Profilsteils, welches der vorgeschalteten Herstellungsanordnung folgt. Für ein Flachprofil 13 mit vorverdichteter Metallpulverauflage 14 erfolgt die Profilierung in  
25 einem Gesenk 15 für Innenhochdruckumformen, welches mit - nicht dargestellten - direkt oder indirekt wirkenden Mitteln zum Aufschäumen ausgestattet ist. Diese können beispielsweise in Form einer im Gesenk 15 integrierten Heizeinrichtung ausgebildet sein. Es entsteht ein offenes Profilteil 16 mit Metallschaum.

30 Für ein Hohlprofil 17 mit innenwandig und / oder außenwandig beschichtetem Metallpulver 18 oder mit einem inneren und / oder äußeren Metallpulverkörper erfolgt die endgültige Profilierung in einem Gesenk 15' mit den wie vorstehend beschriebenen Merkmalen. Es entsteht ein geschlossenes mit innenwandigem Metallschaum

versehenes Hohlprofilteil 19 oder ein geschlossenes mit Metallschaum ausgefülltes Hohlprofilteil 20.

5      Gemäß Figur 7 ist ein Metallblech zur bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung eines Profilteils mit Bereichen (I, II, III) unterschiedlicher oder gleicher Metallpulversorten (X, Z) und/oder Metallpulverdicken (a, b) auf Ober- und / oder Unterseite beschichtet. Diese so definierten Metallverbundbleche können in Form von tailored blanks miteinander verbunden sein. Über diese frei wählbaren Parameter kann  
10      die Verstärkung eines Profilteils entsprechend der Bauteilbeanspruchung optimiert werden.

**Bezugszeichenliste**

- |    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 1  | Metallpulver                        |
| 2  | Ein- oder Aufstecken                |
| 3  | kreisförmiger Querschnitt           |
| 4  | nicht-kreisförmiger Querschnitt     |
| 5  | Zieheinrichtung                     |
| 6  | Metallpulverkörper                  |
| 7  | Berieselungseinrichtung             |
| 8  | Flachprofil                         |
| 9  | Verdichtungseinrichtung             |
| 10 | Einformeinrichtung                  |
| 11 | rohrförmiges Hohlprofil             |
| 12 | Zieh-/Glüheinrichtung               |
| 13 | Flachprofil                         |
| 14 | Metallpulverauflage                 |
| 15 | Gesenk                              |
| 16 | offenes Profilteil                  |
| 17 | Hohlprofil                          |
| 18 | innenwandiges Metallpulver          |
| 19 | innenwandverstärktes Hohlprofilteil |
| 20 | ausgefülltes Hohlprofilteil         |

Patentansprüche

- 5        1.    Verfahren zur Herstellung eines aus Metallschaum und Metallblech bestehenden  
         Profilteils, wobei das Metallblech mit einem aufschäumbaren un- oder  
         vorverdichteten Metallpulver versehen wird,  
         dadurch gekennzeichnet,  
         daß anschließend die Profilgebung des Metall-Verbundblechs mittels  
10       Innenhochdruckumformens in einem Gesenk vollzogen wird und das  
         aufschäumbare Metallpulver gleichzeitig oder nachfolgend direkt im Gesenk  
         aufgeschäumt wird.
2.    Verfahren nach Ansprch 1,  
15       dadurch gekennzeichnet,  
         daß das Aufschäumen durch eine Temperaturerhöhung nach oder beim  
         Innenhochdruckumformen ausgelöst wird.
3.    Verfahren nach Anspruch 2,  
20       dadurch gekennzeichnet,  
         daß zum Start des Aufschäumens bei einer geringen Auslösetemperatur eine  
         Druckabsenkung herbeigeführt wird oder eine bei geringer Auslösetemperatur  
         aufschäumende Metalllegierung oder Treibmittel gewählt wird.
- 25       4.    Verfahren nach Ansprch 1,  
         dadurch gekennzeichnet,  
         daß als Metallblech ein Hohlprofil mit einem vorgefertigten aufschäumbaren  
         Metallpulverkörper versehen wird, der durch Ein- oder Aufstecken mit dem  
         Hohlprofil verbunden wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Metallblech ein Flachprofil mit aufschäumbarem Metallpulver beschichtet  
5 wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß durch das Innenhochdruckumformen aus dem Flachprofil ein offenes  
10 Profiltail geformt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß vor dem Innenhochdruckumformen aus dem Flachprofil ein Hohlprofil  
15 geformt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Herstellung des mit aufschäumbarem Metallpulver versehenen  
20 Hohlprofils in einem kontinuierlich laufenden Prozeß zuerst Bandmaterial mit  
aufschäumbarem Metallpulver berieselt wird, das anschließend über Walzen  
vorverdichtet wird und nachfolgend der damit gewonnene Bandmaterial-  
Metallpulver-Verbund zu einem Spaltrohr eingeformt wird, dessen Spalt  
schließlich verschlossen wird.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Spalt am Spaltrohr über Schweißen verschlossen wird.

10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Metallblech mit aufschäumbarem Metallpulver vor der Profilgebung  
durch Innenhochdruckumformen im Falle eines Hohlprofils durch Ziehen und /  
oder Glühen und im Falle eines Flachprofils durch Tiefziehen-Streckziehen und /  
oder Glühen vorverdichtet wird.
11. Vorrichtung zur Herstellung eines aus Metallschaum und einem Metallblech  
bestehenden verstärkten Profiltails (16,19,20), wobei das Metallblech mit einem  
aufschäumbaren vorverdichteten Metallpulver (14,18) verbunden ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Profilgebung in einem Gesenk (15,15') für Innenhochdruckumformen  
erfolgt, das mit Mitteln zum Aufschäumen des Metallpulvers (14,18) zu  
Metallschaum ausgestattet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Mittel zum Aufschäumen eine im Gesenk (15,15') das Metallblech  
berührend oder berührungslos zumindest teilweise umgebende Heizeinrichtung  
vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Mittel zum Aufschäumen das für das Innenhochdruckumformen  
verwendete Druckfluid vorgesehen ist, welches zu diesem Zwecke erwärmbar  
ist.
14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Metallblech in Form eines Hohlprofils (3,4) mit einem ein- oder  
aufgeschobenen Metallpulverkörper (6) in dem Gesenk (15,15') zur Profilgebung  
sowie zum Aufschäumen einbringbar ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein als Flachprofil (8) ausgestaltetes Metallblech mittels einer  
Berieselungseinrichtung (7) eine Metallpulverschicht erhält, die beide eine  
5 nachgeschaltete Verdichtungseinrichtung (9,9') durchlaufen, wobei zur Bildung  
eines rohrförmigen Hohlprofils (11) aus dem Flachprofil (8) eine nachfolgende  
Einformeinrichtung (10) mit Fügeanordnung vorgesehen ist und wobei nach  
einem Ablängen der mit Metallpulver beschichtete Hohlprofilabschnitt in das  
Gesenk (15,15') zur Profilgebung und zum Aufschäumen zugeht.
- 10 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 oder 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das mit Metallpulver beschichtete Metallblech vor dem Einbringen in das  
Gesenk eine Zieh- und / oder Glüheinrichtung (12) durchläuft.
- 15 17. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 11 bis 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das zur bauteilbeanspruchungsoptimierten Herstellung des Profils als  
Flachprofil ausgestaltete Metallblech mit Bereichen (I, II, III) unterschiedlicher  
20 oder gleicher Metallpulversorten (X, Z) und/oder Metallpulverdicken (a, b) auf  
Ober- und / oder Unterseite beschichtet ist, wobei diese so definierten  
Metallverbundbleche in Form von tailored blanks miteinander verbunden sind.

Metallblech

Metallpulver

```
graph TD; A[Metallblech] --> C[Verbund von Metallblech (Hohl- oder Flachprofil) mit aufschäumbarem Metallpulver]; B[Metallpulver] --> C; C --> D[Umformen und Aufschäumen des Verbundes (gleichzeitig oder nachfolgend) durch IHU]; D --> E[Profilteil mit Metallschaum];
```

Verbund von Metallblech  
(Hohl- oder Flachprofil) mit  
aufschäumbarem Metallpulver

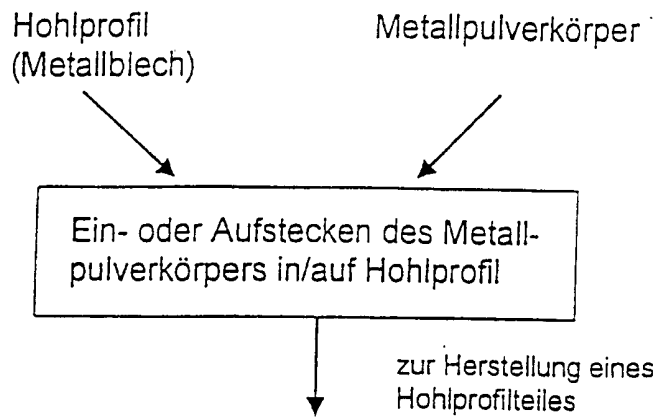
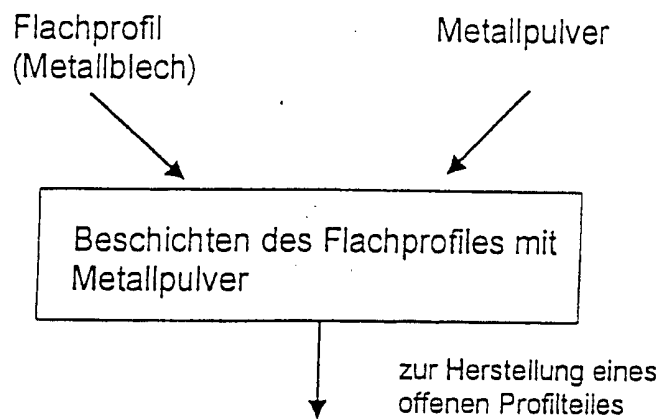
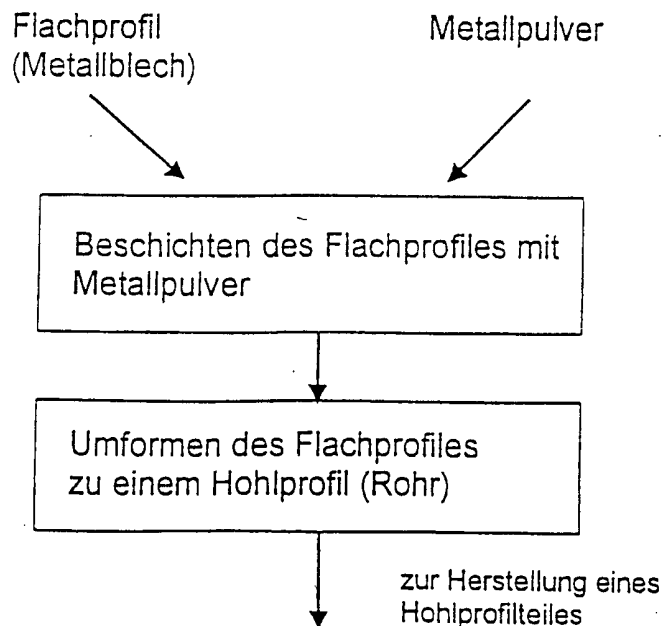
Umformen und Aufschäumen  
des Verbundes (gleichzeitig oder  
nachfolgend) durch IHU

Profilteil mit Metallschaum

Fig. 1



2/5

Fig. 2Fig. 3Fig. 4

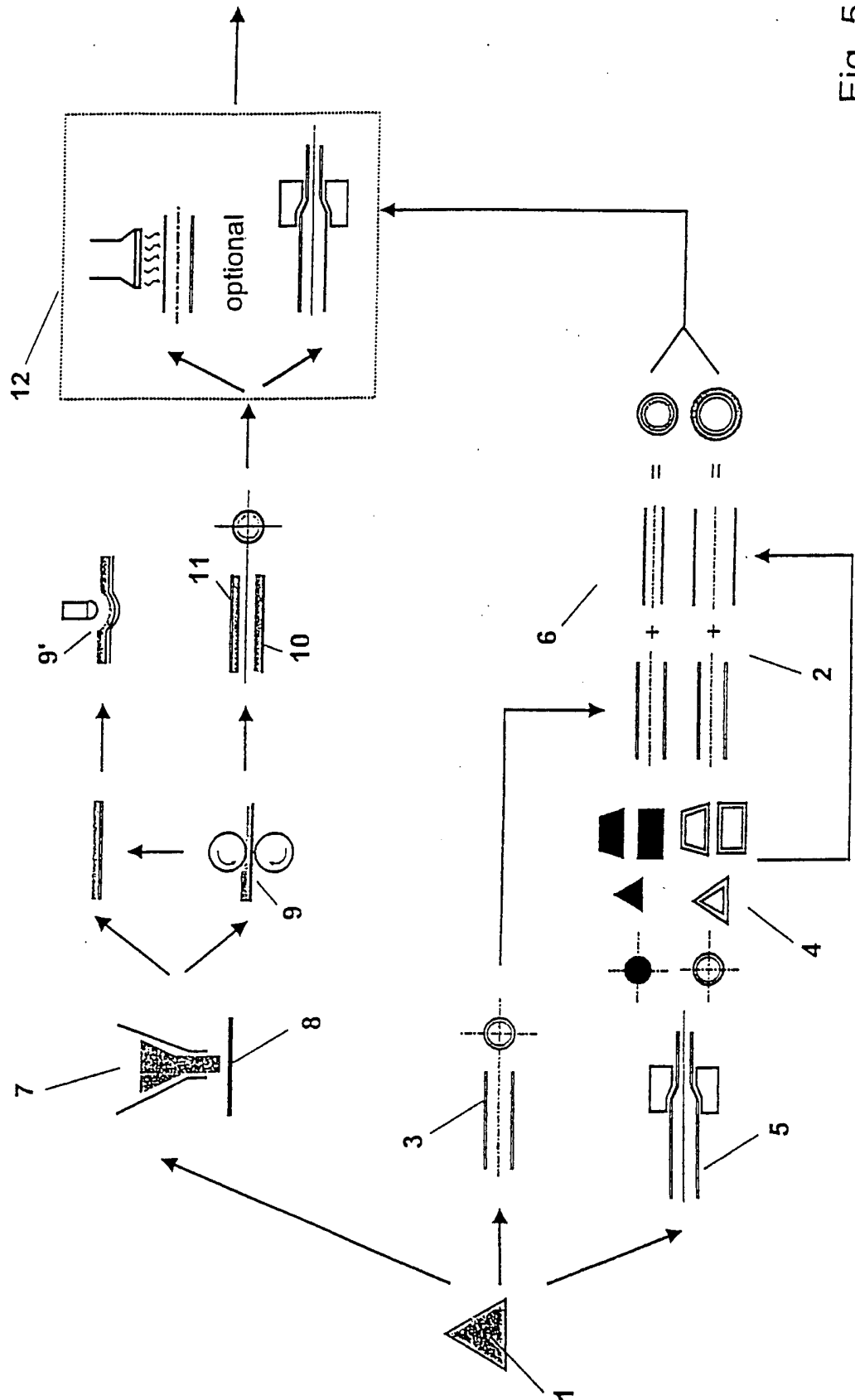


Fig. 5

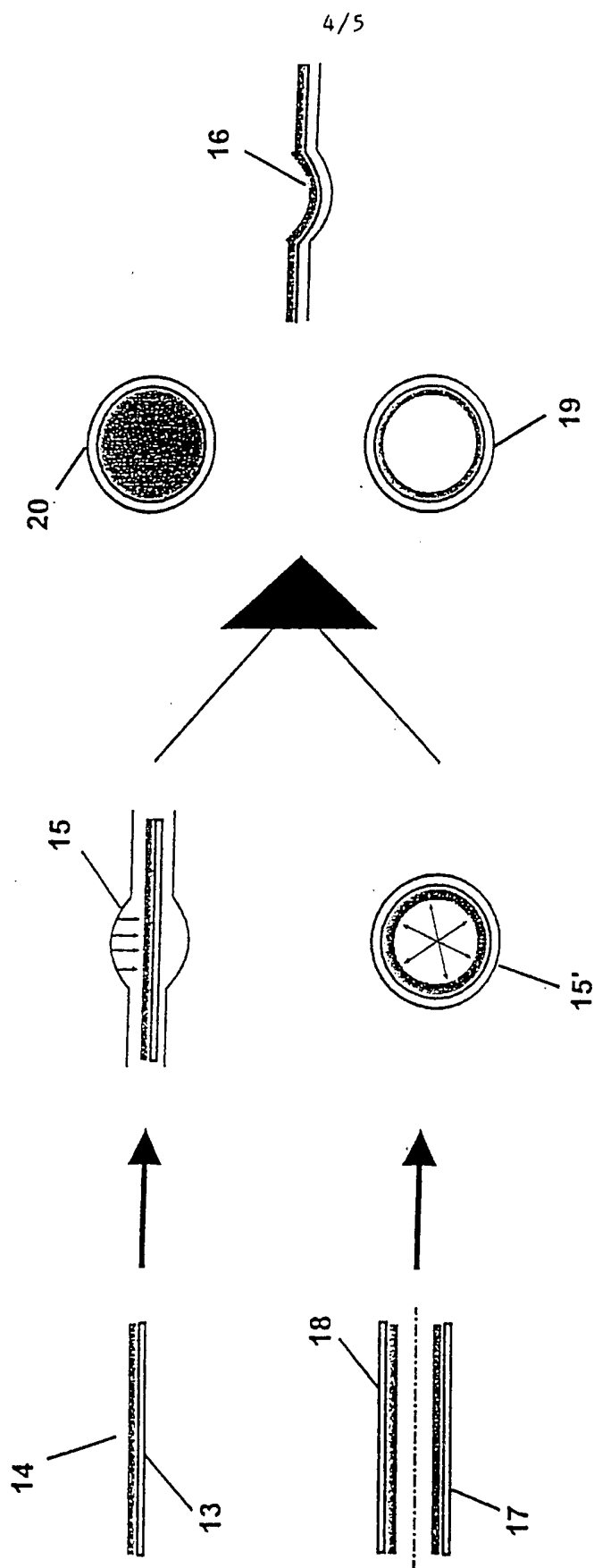
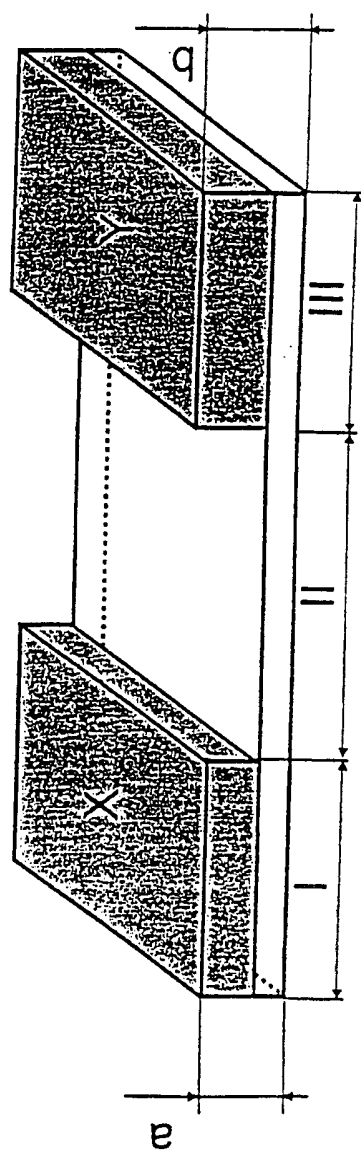


Fig. 6

Fig. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/04103

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 B22F7/00 B22F3/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22F B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	DE 197 53 658 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 17 June 1999 (1999-06-17) the whole document	1-7, 11-14
Y	DE 195 01 659 C (DAIMLER BENZ AG) 15 May 1996 (1996-05-15) column 6, line 3 - line 18	1
Y	DE 196 35 734 A (EBBINGHAUS ALFRED DIPL ING) 3 April 1997 (1997-04-03) claims 12,13	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 May 2000

Date of mailing of the international search report

26/05/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schruers, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/04103

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19753658	A	17-06-1999	NONE	
DE 19501659	C	15-05-1996	NONE	
DE 19635734	A	03-04-1997	DE 29514164 U	09-01-1997
			AU 7489596 A	27-03-1997
			WO 9709134 A	13-03-1997
			EP 0850113 A	01-07-1998
			JP 11512171 T	19-10-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In. zationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/04103

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 B22F/00 B22F3/11		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 B22F B21D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	DE 197 53 658 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 17. Juni 1999 (1999-06-17) das ganze Dokument	1-7, 11-14
Y	DE 195 01 659 C (DAIMLER BENZ AG) 15. Mai 1996 (1996-05-15) Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 18	1
Y	DE 196 35 734 A (EBBINGHAUS ALFRED DIPL ING) 3. April 1997 (1997-04-03) Ansprüche 12, 13	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindeterischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  19. Mai 2000		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  26/05/2000
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäische Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Beauftragter  Schruers, H